



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA (EVZ)
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA (PPGZ)

ANA LAURA ARAÚJO LOPES

**Facilitando a adaptação de bovinos (*Bos taurus indicus*) para
dietas de confinamento de alta proporção de concentrado
utilizando *Megasphaera elsdenii***

GOIÂNIA

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

☒ Dissertação ☐ Tese

2. Nome completo do autor

ANA LAURA ARAÚJO LOPES

3. Título do trabalho

Facilitando a adaptação de bovinos (*Bos taurus indicus*) para dietas de confinamento de alta proporção de concentrado utilizando *Megasphaera elsdenii*

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por Juliano José De Resende Fernandes, Professora do Magistério Superior, em 23/06/2021, às 13:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por ANA LAURA ARAUJO LOPES, Discente, em 23/06/2021, às 17:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orcao_acesso_externo=0, informando o código verificador 2157607 e o código CRC 9153648D.

ANA LAURA ARAÚJO LOPES

Facilitando a adaptação de bovinos (*Bos taurus indicus*) para dietas de confinamento de alta proporção de concentrado utilizando *Megasphaera elsdenii*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Zootecnia, da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (UFG), com requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção animal.

Linha de pesquisa: Nutrição e produção animal.

Orientador: Prof. Dr. Juliano José de Resende Fernandes

Comitê de Co-orientação: Prof(a). Dra. Maurícia Brandão da Silva e Prof. Dr. James Drouillard

GOIÂNIA

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Lopes, Ana Laura Araújo

Facilitando a adaptação de bovinos (*Bos taurus indicus*) para dietas
de confinamento de alta proporção de concentrado utilizando
Megasphaera elsdenii [manuscrito] / Ana Laura Araújo Lopes. - 2021.
XII, 49 f.

Orientador: Prof. Dr. Juliano José de Resende Fernandes; co-
orientador Dr. James Scott Drouillard; co-orientador Dr. Maurícia
Brandão da Silva.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, ,
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Goiânia, 2021.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. gado de corte. 2. *Bos taurus indicus*. 3. carcaça. 4. confinamento.
5. *Megasphaera elsdenii*. I. Fernandes, Juliano José de Resende,
orient. II. Título.

CDU 635

31/05/2021

SEI/UFG - 2071963 - Ata de Defesa de Dissertação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 93 da sessão de Defesa de Dissertação de Ana Laura Araújo Lopes que confere o título de Mestre (a) em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção Animal.

Aos vinte e oito dias do mês de maio de dois mil e vinte e um (28/05/2021) a partir das 14h00min, cuja participação dos presentes ocorreu através de videoconferência, link: <https://meet.google.com/abg-fomd-kpb> onde realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "Facilitando a adaptação de bovinos (*Bos taurus indicus*) para dietas de confinamento de alto concentrado utilizando *Megasphaera elsdenii*". Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Juliano José de Resende Fernandes com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Victor Resende Moreira Couto, membro titular interno; Murillo Alves Porto Meschiatti – USP/SP, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho conforme explicitado abaixo. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação tendo sido a candidata Aprovada pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Presidente da Banca Examinadora Juliano José de Resende Fernandes, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Facilitando a adaptação de bovinos (*Bos taurus indicus*) para dietas de confinamento de alta proporção de concentrado utilizando *Megasphaera elsdenii*



Documento assinado eletronicamente por Juliano José De Resende Fernandes, Professora do Magistério Superior, em 28/05/2021, às 17:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2013](#).



Documento assinado eletronicamente por Murillo Alves Porto Meschiatti, Usuário Externo, em 28/05/2021, às 17:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2013](#).



Documento assinado eletronicamente por Victor Rezende Moreira Couto, Professor do Magistério Superior, em 28/05/2021, às 17:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2013](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 2071963 e o código CRC 1ADA04F8.

Referência: Processo nº 23070.023817/2021-61

SEI nº 2071963

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por cada oportunidade, desafio, conquista, dificuldade, sempre me abençoando e iluminando meu caminho.

Aos meus pais e minhas irmãs (Lázaro e Wanessa, Mama e Lulu), vocês são tudo na minha vida, faço o impossível por vocês. Obrigada por nunca me deixarem esquecer quem eu sou, de onde eu vim e que não importa para onde eu vá, eu sei que vocês sempre estarão comigo, me mostrando o caminho certo, me dando apoio, amor e carinho. Muito obrigada por serem minha base em tudo, amo muito vocês. Obrigada a toda minha família (Lopes e Araújo, meus avós, tios, tias e primos), vocês formaram a minha base que são os meus pais, passando todos os ensinamentos para eles.

Ao meu noivo Bruno e meus amigos Lucas (Picachu), Daiana, Débora, Vanessa, Jaque e Lorena, por caminharem sempre comigo, me ajudando, aconselhando, me fazendo sorrir e me aturando nos piores momentos.

Ao pessoal da ESALQ que sem vocês com certeza eu não teria dado conta, muito obrigada pela paciência e dedicação de vocês: Mário (Larguei), Arthur (Tarja), Matheus (Pregação), Lucas (C-donio), João (Vide), Bruno, Bárbara, Richard, Elvis, João (100-kina), Murilo (Tita), Prof. Flávio, Naligia e Seu Wagner.

Obrigada à segunda família que eu adquiri que foi a família CEBC, vou carregar vocês pra sempre junto comigo. Amo vocês!

Não posso deixar de agradecer aos meus professores, meus maiores exemplos (Prof. Juliano, Prof. Jim, Prof. Maurícia e Prof. Victor), obrigada por cumprirem a missão de vocês que é ensinar. O meu muito Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xii
Introdução.....	1
Revisão bibliográfica.....	2
2.1 Adaptação	2
2.2 Acidose ruminal.....	4
2.3 <i>Megasphaera elsdenii</i>	6
Referências	10
ARTIGO: EFFECTS OF <i>Megasphaera elsdenii</i> ADMINISTRATION ON PERFORMANCE AND CARCASS TRAITS OF FINISHING <i>Bos taurus indicus</i> FEEDLOT CATTLE ¹	15
INTRODUCTION	19
MATERIALS AND METHODS	20
RESULTS.....	25
DISCUSSION.....	26
REFERENCES	33

LISTA DE TABELAS

Table 1. Composition and nutritional profile of the diets offered during the experimental period ^{1,2}	40
Table 2. Corn grain particle size distribution.....	42
Table 3. Performance of <i>Bos taurus indicus</i> bulls administered or not <i>Megasphaera elsdenii</i> (Lactipro-NXT; 1×10^{10} CFU/animal; MS Biotec, Warmego, KS) and offered an adaptation diet for 14, 6, or 0 d ¹	43
Table 4. Carcass and ultrasound data of <i>Bos taurus indicus</i> bulls administered or not <i>Megasphaera elsdenii</i> (Lactipro-NXT; 1×10^{10} CFU/animal; MS Biotec, Warmego, KS) and offered an adaptation diet for 14, 6, or 0 d ^{1,2}	45

LISTA DE FIGURAS

Figure 1-A (DM Intake)	47
Figure 1-B (NEm intake).....	48
Figure 1-C (NEg intake).....	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGCC - Ácidos Graxos de Cadeia Curta

AOL – Área de olho de lombo

UFC – Unidade formadora de colônia

d – Dia

EA – Eficiência alimentar

ESALQ - Escola Superior Agrônômica “Luiz de Queiroz”

EG – Espessura de gordura

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMS – Ingestão de matéria seca

MEG - *Megasphaera elsdenii*

MS - Matéria seca

NEg - Energia de ganho

Nem - Energia de manutenção

PCF – Peso corporal final

PCI – Peso corporal inicial

PCQ - Peso de carcaça quente

USP - Universidade de São Paulo

RESUMO

Este estudo avaliou os efeitos da administração de *Megasphaera elsdenii* no início do confinamento sobre o desempenho e as características de carcaça de touros *Bos taurus indicus* com dieta rica em concentrado. No dia 0 do estudo, 383 touros Nelore foram bloqueados pelo peso corporal vazio inicial (PC; $384 \pm 29,2$ kg) e distribuídos aleatoriamente aos tratamentos em um delineamento de blocos casualizados. Os tratamentos consistiam em: 1) 14 dias de dieta de adaptação e transição para uma dieta de terminação com 91,5% de concentrado (CONT; n = 15), 2) CONT mais administração oral de 20 mL de LactiproNXT (*M. elsdenii*) no dia 0 do estudo (MEG-14 ; n = 15), 3) dieta CONT, consistindo em 6 dias de dieta de adaptação mais administração oral de 20 mL de LactiproNXT no dia 0 do estudo (MEG-6; n = 15), e 4) dieta sem adaptação e administração oral de 20 mL de LactiproNXT no dia 0 do estudo (MEG-0; n = 15). O período experimental durou 119 dias. Nenhum efeito de tratamento foi observado para qualquer um dos parâmetros de desempenho avaliados (PCI, PCF, EA e IMS, $P \geq 0,15$). No entanto, uma interação tratamento $\times$ semana foi observada para a ingestão de MS, NEm e NEg ($P < 0,0001$), para esses parâmetros citados, MEG-0 e MEG-6 tiveram uma ingestão reduzida vs. MEG-14 e CONT nas primeiras semanas do estudo ($P \leq 0,05$). Para as características de carcaça, não foram observados efeitos de contraste PCQ ($P \geq 0,24$), enquanto MEG-6 teve maior AOL quando comparado com MEG-0 e ME-14 (efeito quadrático; $P = 0,04$) e touros administrados com MEG tenderam a ter uma EG maior vs. CONT ($P = 0,08$). Em resumo, a administração de *M. elsdenii* não melhorou o desempenho, mas a redução do período da dieta de adaptação para 6 dias aumentou a AOL de touros *Bos taurus indicus* em terminação.

Palavras-chave: gado de corte, *Bos taurus indicus*, carcaça, confinamento, *Megasphaera elsdenii*, desempenho

ABSTRACT

This study evaluated the effects of *Megasphaera elsdenii* administration at the beginning of the feedlot period on performance of *Bos taurus indicus* bulls. On d 0, 383 Nellore bulls (initial shrunk body weight 384 ± 29.2 kg; initial age = 24 ± 2 mo) were assigned to treatments in a randomized complete block design. Treatments consisted of 1) 14 d adaptation diet and transition to a finishing diet (CONT), 2) CONT plus oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT (*M. elsdenii*) on d 0 of the study (MEG-14), 3) CONT diet, consisting of 6 d of adaptation diet plus oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT on d 0 of the study (MEG-6), and 4) No adaptation diet and oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT on d 0 of the study (MEG-0). Experimental period lasted 119 d. No treatment effects were observed for any of the performance parameters evaluated herein ($P \geq 0.15$). Nonetheless, a treatment $\times$ wk interaction was observed for DM, NEm, and NEg intakes ($P < 0.0001$). For all these parameters, MEG-0 and MEG-6 had a reduced intake vs. MEG-14 and CONT in the first wk of the study ($P \leq 0.05$). For the carcass traits, no effects were observed for HCW ($P \geq 0.24$), whereas MEG-6 had a greater REA when compared with MEG-0 and MEG-14 (quadratic effect; $P = 0.04$) and MEG-administered bulls tended to have a greater BFT vs. CONT ($P = 0.08$). In summary, *M. elsdenii* administration at the beginning of the feedlot period did not improve performance, whereas reducing the length of the adaptation period for 6 d improved REA of finishing *Bos taurus indicus* bulls.

Keywords: beef cattle, *Bos taurus indicus*, carcass, feedlot, *Megasphaera elsdenii*, performance

Introdução

O sistema de produção de bovinos confinados se mostrou mais intensificado e com mais investimento, visto que, os principais problemas relatados pelos profissionais responsáveis pelos confinamentos eram a falta de funcionários treinados e, disponibilidade de equipamentos de precisão, que diminuíram de acordo com o último levantamento dos confinamentos brasileiros (2016). Houve redução desses principais problemas de 36,3% e 20,3%, respectivamente, quando comparado os anos dos levantamentos de 2009 e 2016^{1,2}.

Essa intensificação do sistema de produção é proveniente também do aumento do número de animais confinados, que praticamente dobrou nos últimos 10 anos (2009-2019), de 3,38 milhões para 6,09 milhões de animais abatidos; sendo que, do total de animais abatidos no ano de 2019, 14,06% são animais oriundos de confinamentos³. Outro ponto, foi o aumento do nível da inclusão de concentrado na dieta de terminação, o número de profissionais que recomendam a inclusão de concentrado entre 80-90% na dieta final aumentou 12,2% de 2014 para 2016². Porém, a troca de dieta de forma abrupta, sem adaptação correta do ambiente ruminal à alto teor de carboidrato de fermentação rápida, pode promover o acúmulo de ácidos, queda do pH, consequentemente, acidose ruminal⁴. Esse distúrbio pode gerar perdas e ocasionar impactos econômicos no sistema de produção⁵.

É necessário a utilização de mecanismos preventivos, dentre eles, há a utilização de protocolos de adaptação, como também, outra alternativa de prevenção é o uso do probiótico enriquecido com a bactéria *Megasphaera elsdenii* NCIMB 41125. Com isso, vem sendo estudado a utilização do probiótico com a bactéria *Megasphaera elsdenii*⁶, o qual possui capacidade de metabolização do ácido láctico⁷, principal responsável pela queda do pH e, consequentemente, da acidose ruminal⁴.

Portanto, foi desenvolvido o primeiro estudo para avaliar a resposta em animais Nelore com a diminuição do período de adaptação com a utilização do probiótico *M. elsdenii* (NCIMB 41125, 1×10^{10} CFU / animal; MS Biotec, Warmego, KS), sem que haja problemas na saúde e prejuízos no desempenho animal.

Revisão bibliográfica

2.1 Adaptação

Os ruminantes são, em sua maioria, provenientes do sistema em pastejo, o que corrobora para que a microbiota funcione de acordo com a dieta rica em forragem⁸. A adaptação é um período que antecede o fornecimento da dieta final, necessário para que haja a estabilização microbiana e epitelial durante a troca da alimentação rica em volumoso, para dieta rica em concentrado, sendo essa com alta proporção de carboidratos rapidamente fermentáveis. No confinamento, onde os animais iniciam a dieta final, é impreterível a passagem desses animais pelo período de adaptação, para que assim haja o estabelecimento de uma microbiota estável e proliferação adequada do epitélio ruminal^{9,10}.

É necessário instituir tempo adaptativo para que a população microbiana se estabeleça de forma consistente, atuando na saúde e desempenho destes animais, pois com a mudança da dieta, propicia o aumento das bactérias amilolíticas e diminuição das celulolíticas e protozoários¹¹. No entanto, cada animal responde esse período de um modo, sendo assim, a susceptibilidade à distúrbios metabólicos pode estar mais presentes em alguns animais, tornando-se mais indicado realizar a troca de dieta de maneira gradativa, para que todos os animais adaptem de forma adequada, prevenindo distúrbios metabólicos^{4,9}. Na prática sugere-se que o animal é adaptado à alimentação com alta proporção de concentrado, quando não há alteração no seu consumo em decorrência à acidose ruminal¹².

No Brasil foi realizado um estudo em 2009, onde questionava-se as principais recomendações e práticas de manejo realizadas por nutricionistas responsáveis pelo manejo dos confinamentos. Para os diferentes métodos de adaptação, as principais recomendações foram: adaptação pelo método em escada (48,4%), utilização de restrição por quantidade fornecida da dieta final (19,4%) e adaptação por restrição de energia (9,7%)¹. No último levantamento realizado para traçar o perfil dos confinamentos brasileiros (2016), essas recomendações foram: protocolo em escada (57,6%), método de restrição de energia (30,3%) e adaptação por restrição de quantidade fornecida (6,1%)², o que mostra maior crescimento na recomendação de utilização do protocolo em escada nos confinamentos brasileiros.

O protocolo em escada é realizado através do consumo a vontade, com utilização de diferentes dietas, onde a proporção de concentrado é aumentada de forma

gradativa¹³. De acordo com o último levantamento (2016), recomenda-se em média: 3,2 dietas, onde os animais permanecem 6,3 dias em cada dieta, com 16,2 dias de período total de adaptação, iniciando com 45% de forragem e utilizando 10-20% de forragem na dieta final, totalizando 96 dias no período de terminação final². Nos EUA o protocolo em escada também é o mais utilizado, entretanto o proposto para dieta inicial é composto por 40,1% de forragem e para dieta final com 9% de forragem, os nutricionistas adotam 4 dietas com duração de 6 dias em cada dieta, finalizando o período de adaptação em 24 dias e totalizando 201 dias na dieta de terminação¹⁴.

O protocolo de restrição alimentar pode ser mediante à limitação do consumo através da quantidade de ração fornecida da dieta final, o fornecimento aumenta de forma gradativa. Então, propõe-se a utilização apenas da dieta final, com 3 aumentos gradativos, sendo que em média aconselha-se 4 dias em cada aumento, totalizando 12 dias de período adaptativo com uma dieta de 19% de forragem². Já o protocolo de restrição de energia, é a formulação de uma dieta com menor valor energético que a dieta final, que serão misturadas e a proporção da dieta final aumenta de forma gradativa, emprega-se 19,8 dias para o período total de adaptação, com nível inicial de 41,4% de forragem².

Em vista disso, alguns estudos foram realizados com o objetivo de elucidar o período de adaptação e suas estratégias de manejo em animais Nelore. Parra et. al.,¹⁵ analisaram os dias de adaptação (14 ou 21 dias) e a utilização dos protocolos de adaptação em escada e de restrição. A adaptação em escada foi realizada com níveis crescentes de concentrado de 55%, 65%, e 75%, sendo que, a dieta final era composta por 85% de concentrado, já o protocolo de restrição por quantidade foi realizado com fornecimento de 1,58% do peso vivo do animal, com aumento de 0,26 kg/dia e 0,20 kg/dia de matéria seca para adaptação de 14 e 21 dias, respectivamente. Foi constatado que bovinos Nelore podem ser adaptados em 14 dias apresentando melhora nas características de carcaça, independentemente do protocolo de adaptação (escada ou restrição).

Barducci et. al.,¹⁶ avaliaram o período de adaptação (9 ou 14 dias) com os mesmos protocolos de adaptação descritos anteriormente, porém, o protocolo de restrição foi realizado com o fornecimento de 1,76% do peso vivo do animal, com aumento de 0,32 kg/dia e 0,26 kg/dia para adaptação de 9 e 14 dias, respectivamente. Os autores constataram que, independentemente do método de adaptação, quando realizada

em 9 dias não ocasionou prejuízos no desempenho, mas acarretou em menor área de papilas ruminais quando comparado com 14 dias.

Perdigão et. al.,¹⁷ utilizaram no estudo 6 ou 9 dias de adaptação e protocolo em escada e por restrição alimentar. Os níveis crescentes de concentrado foram de 61%, 73% e dieta final com 85% de concentrado, para o protocolo de restrição, os animais foram alimentados com 1,81% (6 dias) e 1,76% (9 dias) do peso vivo do animal, com aumento de 0,25 kg/dia e 0,17 kg/dia para adaptação de 6 e 9 dias. No estudo, foi evidenciado que os animais adaptados com o protocolo em escada tiveram um ganho médio diário maior ao longo do estudo quando comparado aos animais adaptados com o protocolo de restrição. E o período de adaptação de 9 dias propiciou melhor adaptação do epitélio ruminal quando comparado com 6 dias de adaptação.

Estevam et. al.,¹⁸ avaliaram os dias de adaptação 6, 9, 14 ou 21 e protocolo em escada, com crescimento gradativo de concentrado de 70%, 75%, 80,5% e dieta final composta por 86% de concentrado. Para o período de adaptação de 6, 9 ou 21 dias, os animais foram alimentados com cada dieta por 2, 3 ou 7 dias, respectivamente. Para o período de adaptação de 14 dias, as dietas foram fornecidas por 4, 5 e 5 dias, respectivamente. Os autores expuseram que, bovinos da raça Nelore devem ser adaptados em 14 dias, pois apresentaram melhor desempenho no confinamento e aumentaram o desenvolvimento e saúde do epitélio ruminal.

Portanto, a realização do período de adaptação de forma inadequada, ocasiona variações nos valores de pH ruminal e flutuações no consumo de matéria seca, com isso, ao ser realizada de forma rápida, leva à maior oportunidade de ocorrência de acidose ruminal em alguns animais⁹.

2.2 Acidose ruminal

No Brasil a acidose ruminal é considerada a segunda doença de maior incidência e o principal distúrbio nutricional nos confinamentos, mantendo esse cenário desde 2009, quando foi realizada a primeira pesquisa nos confinamentos brasileiros^{1,2}. No primeiro estudo, 56% dos entrevistados afirmaram que o maior problema de saúde animal são os problemas respiratórios em geral, seguido da acidose com 36%¹. Após 7 anos, os problemas respiratórios (51,7%) permanecem como de maior incidência, assim como a acidose ruminal (27,6%) que se mantém como a segunda maior preocupação sanitária nos confinamentos brasileiros².

A acidose ruminal é um distúrbio metabólico que pode ocorrer pela troca abrupta da dieta rica em forragem para uma de maior proporção de concentrado, sem que haja adaptação do meio ruminal. Isso ocorre em função da alta disponibilidade de açúcares de degradação rápida no rúmen, conseqüentemente, alta taxa de fermentação, aumento na produção de AGCC (ácidos graxos de cadeia curta) e de lactato¹⁹. Quando o ambiente ruminal não é adaptado corretamente, a taxa de absorção e tamponamento se tornam ineficientes, o que leva ao acúmulo desses ácidos e queda do pH²⁰.

O pH é um fator importante para o funcionamento normal e estável do rúmen. Visto que, atua diretamente na população bacteriana, conseqüentemente nos produtos formados, como também na funcionalidade fisiológica (motilidade e absorção) que afeta a saúde e a produtividade animal¹¹.

Esse distúrbio nutricional pode ser classificado em acidose subclínica, quando o pH permanece entre 5,2 e 5,5⁴ ou abaixo de 5,6 por mais de 3 horas em um período de 24 horas²¹, ou em acidose aguda quando o pH permanece abaixo de 5,0 e 5,2⁴. Já em condições normais, quando o animal está adaptado à dieta, o pH permanece entre 5,8 – 6,5, podendo haver flutuações¹¹.

Esse desequilíbrio pode gerar lesões e diminuição da barreira protetora do órgão, o que propicia a entrada de bactérias (*Fusobacterium necrophorum*) com tropismo para o fígado, que causam infecção e abscessos hepáticos²². Tais alterações tendem a gerar redução de peso e de eficiência, o que ocasiona em impacto econômico negativo⁵.

O aumento da quantidade de amido na dieta proporciona alta disponibilidade de glicose no rúmen, o que propicia o crescimento de bactérias competitivas pelo substrato, como *Streptococcus bovis* e microorganismos oportunistas⁴. Essa bactéria é considerada a principal responsável pela produção de ácido láctico no início da acidose ruminal²³. Contudo, por ser menos protonado (pKa ~ 3,9) que os AGCC (pKa ~ 4,9) o seu acúmulo é favorecido, promovendo assim a queda de pH¹¹, bem como a estimulação da ionização dos ácidos produzidos⁴. Assim, a alta disponibilidade de amido, acúmulo e ionização dos ácidos formados, acarretam o aumento da osmolaridade da parede ruminal. O influxo de líquido para o rúmen é rápido, o que pode causar lesões na parede ruminal, promovendo hiperqueratose ou paraqueratose, resultando na diminuição da área de absorção⁴.

Em revisão bibliográfica acerca das mudanças na população de protozoários e bactérias cultiváveis em resposta à dieta rica em concentrado, realizada por Brown et al.,²⁴, foi evidenciado o aumento de bactérias amilolíticas com o aumento crescente de

concentrado. Já para as bactérias utilizadoras de lactato, foi mais numerosa em 7 dias de alimentação com 75% de concentrado.

De acordo com Dehority(2004)²⁵, com aproximadamente 60% de concentrado na dieta, o crescimento de protozoários foi maior. Esses microrganismos atuam diretamente na degradação do amido, pois ingerem o grânulo de amido, armazenam e metabolizam lentamente em AGCC, portanto, são capazes de reduzir a taxa e a extensão da fermentação do amido no rúmen¹¹. Mas esse número populacional foi reduzido à medida que a proporção de concentrado ultrapassou 70% da matéria seca da dieta²⁴, o que pode ser justificado possivelmente pela sensibilidade à queda de pH desses microrganismos²⁶. Sendo assim, a acidose ruminal, ao promover o acúmulo de ácidos orgânicos e queda do pH, ocasiona o desequilíbrio da simbiose do microbioma com o ruminante e na absorção dos ácidos orgânicos¹¹.

O ambiente ruminal possui bactérias consumidoras de lactato, como a *Megasphaera elsdenii* (ME), que auxiliam na minimização do acúmulo de ácido láctico, transformando o lactato em AGCC²⁷. Porém, devido ao tempo de multiplicação da *S. bovis* ser menor, há maior produção de lactato e permanência desse ácido no ambiente ruminal²⁸.

Com isso, com intuito de reduzir o período de adaptação sem que haja problemas com acidose ruminal e desempenho, alguns estudos propuseram o aumento da população de *Megasphaera elsdenii* no início do período de adaptação, para minimizar o acúmulo de ácido láctico⁶.

2.3 *Megasphaera elsdenii*

A bactéria *Megasphaera elsdenii* (MEG) foi isolada pela primeira vez em 1953 no trato gastrointestinal de pequenos ruminantes²⁹. É classificada como gram-negativa, principal consumidora de lactato em dietas com alto teor de concentrado⁷ e com pH ótimo para multiplicação de 5,6, sendo ainda competitiva em pH 5,4³⁰, o que favorece a sua permanência no ambiente ruminal quando o animal é alimentado com dietas contendo elevado teor de grãos. Esse microrganismo tem a capacidade de metabolizar de 60% a 80% do lactato em AGCC, modulando o pH ruminal, logo, é considerado um microrganismo chave na prevenção do acúmulo de lactato, como também, adaptação do ambiente ruminal de animais alimentados com dieta rica em concentrado⁷.

Além de lactato, a ME, também consegue utilizar outras fontes de carbono, como glicose, mas quando comparado a utilização de lactato e glicose, o

microorganismo de cepa NIAH 1102 utilizou preferencialmente o lactato como fonte de substrato³¹. Em estudo mais recente realizado em 2017, foi avaliado seu crescimento, *in vitro*, em catorze tipos diferentes de substratos, a bactéria *M. elsdenii* (cepa NCIMB 41125), apresentou maior crescimento total com frutose seguido pela glicose, lactato e maltose³². A fonte de substrato, assim como o seu produto final irá depender da cepa do microorganismo e pH ruminal³¹.

No estudo realizado por Henning et al.³³, foram avaliadas diferentes cepas de MEG e sua capacidade de consumir o ácido láctico, bem como seu potencial de controlar o pH ruminal. A cepa NCIMB 41125 manteve o pH acima de 5,5, o que mostra a capacidade de estabilização do pH. Em relação ao consumo de lactato, de acordo com a literatura, o nível normal de concentração de ácido láctico no líquido ruminal é de 0 a 5mmol/L, concentrações de 50 a 150mmol/L é considerado acidose aguda¹¹. No estudo, a concentração de lactato foi de 50 a 60mmol/L, a bactéria reduziu a concentração de lactato para dentro da faixa normal de 0 a 5mmol/L, demonstrando a capacidade dessa cepa de consumir o ácido láctico.

De acordo com a revisão realizado por Meissner et al.⁶ sobre o agente de controle: *Megasphaera elsdenii* (cepa NCIMB 41125), a bactéria expõe alta taxa de crescimento quando comparada com as outras cepas, sendo mais tolerante aos estressores ambientais, como a exposição ao oxigênio. Também apresenta capacidade mínima de atividade e de replicação em um intervalo de pH de 4,5 a 5,5, como também, eficácia de metabolizar o ácido láctico em AGCC, principalmente: acetato, propionato, butirato e valerato. Porém, sua conversão depende da taxa de diluição, pH ruminal e fonte de substrato, sendo que o pH em torno de 6, produz preferencialmente propionato. Entretanto, com o pH em torno de 5,5 favorece a mudança de propionato para butirato³⁴, que é responsável pelo crescimento epitelial e aumento da função de barreira protetora³⁵.

De acordo com Leeuw et al.³⁶, foi avaliada a utilização de MEG (cepa NCIMB 41125 - 200 mL / animal, contendo 10⁹ Unidades formadoras de colônia (UFC) / animal) em bovinos de corte da raça Bonsmara, 224 animais receberam a dose da bactéria e 224 animais não receberam. Foram utilizadas duas dietas: uma com 2% e forragem em 112 animais do tratamento que recebeu a bactéria e 112 animais do tratamento que não recebeu a bactéria, e a outra dieta com 8% de forragem, com a mesma distribuição entre os tratamentos. No estudo não houve alteração no desempenho animal, quando analisado todo período experimental, mesmo com a

redução de 6% de forragem. Mas reduziu a incidência de morbidade, visto que, os tratamentos que receberam MEG tiveram 15 animais tratados para morbidade e sintomas de distúrbios digestivos, já os tratamentos sem ME tiveram 26 animais tratados.

No estudo de Drouillard et al.³⁷, em bovinos de corte mestiços com 12 meses de idade, foi comparado o aumento da população bacteriana (cepa NCIMB 41125 - 200 mL de meio de cultura líquido / animal, contendo 10^{11} UFC / animal), em relação aos animais que receberam apenas placebo, em dois períodos de adaptação. Os autores utilizaram adaptação de 17 ou 8 dias, com 5 (45:55, 35:65, 25:75, 15:85 e 6:94) ou 3 (45:55, 25:75 e 6:94) transições de dieta, respectivamente. Os animais que receberam o microrganismo obtiveram tendência de aumento no ganho médio diário em carcaça e no peso de carcaça quente de 9,4% e 2,3% quando comparado com os animais que não receberam.

Nas evidências demonstradas por Ellerman³⁸, bovinos de corte foram inoculados com MEG (cepa NCIMB 41125) em diferentes formas: líquida (50 mL / animal, contendo 10^{10} UFC / animal) e liofilizada (20 mL / animal, contendo 10^{10} UFC / animal) utilizando adaptação de 22 ou 10 dias com o método em escada (40%, 30%, 20% e dieta final com 10% de forragem), foi elucidada a diminuição do período de adaptação para 10 dias em animais enriquecidos com ME, sem fomentar danos à saúde ou ao desempenho de bovinos de corte.

DeClerk et al.³⁹ avaliaram o ganho compensatório em vacas descarte com a administração de MEG (cepa NCIMB 41125 - 100 mL / animal, contendo 2×10^8 UFC / animal), utilizando 10 dias de adaptação e a dieta final com duas concentrações de forragem (25% ou 10%). Foi exposto que a utilização da MEG em vacas descarte pode ser uma estratégia para o aumento da densidade energética da dieta final e assim, acelerar o processo de intensificação, ou seja, diminuição do período de tempo entre o ganho compensatório e a melhoria da eficiência alimentar.

DeClerk et al.⁴⁰ estudaram a resposta de MEG (cepa NCIMB 41125 - 50 mL / animal, contendo 2×10^8 UFC / mL) em bezerros (Simental-Angus) desmamados precocemente. Empregou-se 3 tratamentos: Controle negativo, no qual os animais foram alimentados com 35% de forragem sem a adição da bactéria; Controle positivo, com os animais alimentados com 35% de forragem e dieta final com 10% de forragem e sem a adição da bactéria e no último tratamento utilizou as dietas da mesma forma do controle positivo, porém com a adição da bactéria. Os dados demonstraram que MEG parece ter

impacto no crescimento de bezerros recém desmamados, pois favorece o desenvolvimento de marmoreio, validando a capacidade da MEG de favorecer a lipogênese, assim como, melhorias nos dados de pontuação do fígado que sugerem a capacidade da MEG em promover a saúde ruminal sem o auxílio de níveis elevados de fibra. Esses animais também apresentaram maior área de papila ruminal e maior proporção de butirato, o que sugere as melhorias de ganho e eficiência proveniente da utilização de MEG, pois com maior área de superfície epitelial, aumenta-se a absorção de AGCC.

Em animais não adaptados, as populações de bactérias utilizadoras de lactato são subdesenvolvidas, pois apresentam tempo de multiplicação maior, ou seja, demandam de mais tempo para dobrar sua população, com isso, não conseguem metabolizar a grande quantidade de lactato produzido, e assim prevenir o seu acúmulo¹⁰. Portanto, o probiótico deve ser ofertado via oral no primeiro dia de confinamento, antes do início da dieta de adaptação, com o objetivo de aumentar a população bacteriana para auxiliar em uma adaptação mais rápida do ambiente ruminal. Além disso permite a redução da concentração de forragem, favorecendo a diminuição de custo com transporte, armazenamento⁶, e menor desgaste do maquinário, promovido por dietas com alto teor de forragem³⁹.

Em virtude dos fatos apresentados, surge a proposta de estudo, com objetivo de avaliar o probiótico enriquecido com *Megasphaera elsdenii* (administração oral de 20 mL de LactiproNXT - cepa NCIMB 41125, 1×10^{10} UFC / animal; MS Biotec, Warmego, KS) em animais Nelore, com períodos de adaptação de 0, 6 e 14 dias.

Referências

1. Millen DD, Pacheco RDL, Arrigoni MDB, Galyean ML, Vasconcelos JT. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *J Anim Sci.* 2009;87(10):3427–39.
2. Pinto ACJ, Millen DD. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: The 2016 Brazilian survey. *Can J Anim Sci.* 2019;99(2):392–407.
3. ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Beef report 2020, p. 24.
4. Owens FN, Secrist DS, Hill WJ, Gill DR. Acidosis in Cattle: A Review. *J Anim Sci.* 1998;76(1):275–86.
5. Brink DR, Lowry SR, Stock RA, Parrott JC. Severity of liver abscesses and efficiency of feed utilization of feedlot cattle. *J Anim Sci.* 1990;68(5):1201–7.
6. Meissner HH, Henning PH, Horn CH, Leeuw KJ, Hagg FM, Fouché G. Ruminal acidosis: A review with detailed reference to the controlling agent *Megasphaera elsdenii* NCIMB 41125. *South African J Anim Sci.* 2010;40(2):79–100.
7. Counotte GHM, Prins RA, Janssen RHAM, De Bie MJA. Role of *Megasphaera elsdenii* in the fermentation of DL-[2-13C]lactate in the rumen of dairy cattle. *Appl Environ Microbiol.* 1981;42(4):649–55.
8. Pereira MCS, Dellaqua JVT, Sousa OA, Santi PF, Felizari LD, Reis BQ, et al. Feedlot performance, feeding behavior, carcass and rumen morphometrics characteristics of Nellore cattle submitted to strategic diets prior the adaptation period. *Livest Sci.* 2020;23.
9. Bevans DW, Beauchemin KA, Schwartzkopf-Genswein KS, McKinnon JJ, McAllister TA. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *J Anim Sci.* 2005;83(5):1116–32.
10. Pereira MCS. Desempenho produtivo, comportamento ingestivo, característica de carcaça, morfometria ruminal e cecal em bovinos Nelore confinados submetidos a restrição nutricional ou consumo de ingredientes concentrados antes do período de adaptação [Internet]. Vol. 1, Unesp. UNIVERSIDADE

- ESTADUAL PAULISTA (CAMPUS DE BOTUCATU); 2019. https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/180897/pereira_mcs_dr_botfca_int.pdf?sequence=4&isAllowed=y.
11. Nagaraja TG, Titgemeyer EC. Ruminal acidosis in beef cattle: The current microbiological and nutritional outlook. *J Dairy Sci* [Internet]. 2007;90(S):E17–38. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-478>
 12. Counotte GHM, Prins RA. Regulation of lactate metabolism in the rumen. *Vet Res Commun*. 1981;5(1):101–15.
 13. Parra FS, Ronchesel JR, Martins CL, Perdigão A, Pereira MCS, Millen DD, et al. Nellore bulls in Brazilian feedlots can be safely adapted to high-concentrate diets using 14-day restriction and step-up protocols. *Anim Prod Sci*. 2019;59(10):1858–67.
 14. Samuelson KL, Hubbert ME, Galyean ML, Löest CA. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico state and Texas tech university survey. *J Anim Sci*. 2016;94(6):2648–63.
 15. Parra FS. Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos nelore confinados [Internet]. Vol. 1, Unesp. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (CAMPUS DE BOTUCATU); 2011. https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/95217/parra_fs_me_botfmvz.pdf?sequence=1
 16. Barducci RS. Protocolos de adaptação à dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos nelore confinados [Internet]. Vol. 1, Unesp. 2013. https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/95217/parra_fs_me_botfmvz.pdf?sequence=1
 17. Perdigão A, Millen DD, Brichi ALC, Vicari DVF, Franzói MCS, Barducci RS, et al. Effects of restricted vs. step up dietary adaptation for 6 or 9 days on feedlot performance, feeding behaviour, ruminal and blood variables of Nellore cattle. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 2018;102(1):224–34.
 18. Estevam DD, Pereira IC, Rigueiro ALN, Perdigão A, Da Costa CF, Rizzieri RA, et al. Feedlot performance and rumen morphometrics of Nellore cattle adapted to high-concentrate diets over periods of 6, 9, 14 and 21 days. *Animal*. 2020;2298–

307.

19. McCann JC, Luan S, Cardoso FC, Derakhshani H, Khafipour E, Loores JJ. Induction of subacute ruminal acidosis affects the ruminal microbiome and epithelium. *Front Microbiol.* 2016;7(MAY):1–18.
20. Hernández J, Benedito JL, Abuelo A, Castillo C. Ruminal acidosis in feedlot: From aetiology to prevention. *Sci World J.* 2014;2014.
21. Plaizier JC, Krause DO, Gozho GN, McBride BW. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *Vet J* [Internet]. 2008;176(1):21–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.016>
22. Nagaraja TG, Lechtenberg KF. Liver Abscesses in Feedlot Cattle. *Vet Clin North Am - Food Anim Pract.* 2007;23(2):351–69.
23. Gill HS, Shu Q, Leng RA. Immunization with *Streptococcus bovis* protects against lactic acidosis in sheep. *Vaccine.* 2000;18(23):2541–8.
24. Brown MS, Ponce CH, Pulikanti R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. *J Anim Sci.* 2006;84 Suppl(April):25–33.
25. Dehority BA. In vitro determination of generation times for *Entodinium exiguum*, *Ophryoscolex purkynjei* and *Eudiplodinium maggii*. *J Eukaryot Microbiol.* 2004;51(3):333–8.
26. Hungate RE, Bryant MP, Mah RA. the Rumen Bacteria and Protozoa. *Annu Rev Microbiol.* 1964;18:131–66.
27. Seo JK, Kim S, Kim MH, Upadhaya SD, Kam DK, Ha JK. Direct-fed Microbials for Ruminant Animals. *Asian-Aust J Anim Sci.* 2010;23(12):1657–67.
28. Therion JJ, Kistner A, Kornelius JH. Effect of pH on growth rates of rumen amylolytic and lactilytic bacteria. *Appl Environ Microbiol.* 1982;44(2):428–34.
29. Elsdén SR, Lewis D. The production of fatty acids by a gram-negative coccus. *Biochem J.* 1953;55(1):183–9.

30. Kung L, Hession AO. Preventing in vitro lactate accumulation in ruminal fermentations by inoculation with *Megasphaera elsdenii*. J Anim Sci. 1995;73(1):250–6.
31. Hino T, Shimada K, Maruyama T. Substrate preference in a strain of *Megasphaera elsdenii*, a ruminal bacterium, and its implications in propionate production and growth competition. Appl Environ Microbiol. 1994;60(6):1827–3
32. Mobiglia, A. M., Camilo, F. R., Drouillard JS. Substrate utilization by *Megasphaera elsdenii* strain NCIMB 41125. J Anim Sci. 2017;94:793–4.
33. Henning PH, Horn CH, Steyn DG, Meissner HH, Hagg FM. The potential of *Megasphaera elsdenii* isolates to control ruminal acidosis. Anim Feed Sci Technol [Internet]. 2010;157(1–2):13–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.12.011>
34. Henning PH, Horn CH, Leeuw KJ, Meissner HH, Hagg FM. Effect of ruminal administration of the lactate-utilizing strain *Megasphaera elsdenii* (Me) NCIMB 41125 on abrupt or gradual transition from forage to concentrate diets. Anim Feed Sci Technol [Internet]. 2010;157(1–2):20–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.02.002>
35. Martens H, Rabbani I, Shen Z, Stumpff F, Deiner C. Changes in rumen absorption processes during transition. Anim Feed Sci Technol [Internet]. 2012;172(1–2):95–102. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.011>
36. Leeuw KJ, Siebrits FK, Henning PH, Meissner HH. Effect of *Megasphaera elsdenii* NCIMB 41125 drenching on health and performance of steers fed high and low roughage diets in the feedlot. South African J Anim Sci. 2009;39(4):337–48.
37. Drouillard JS, Henning PH, Meissner HH, Leeuw KJ. *Megasphaera elsdenii* on the performance of steers adapting to a high-concentrate diet, using three or five transition diets. South African J Anim Sci. 2012;42(2):195–9.
38. Ellerman TJ. Ruminal characteristics and feedlot performance of steers during accelerated step - up to high - concentrate diets using *Megasphaera elsdenii* (

Lactipro advance). by. KANSAS STATE UNIVERSITY; 2017.

39. DeClerck JC, Reeves NR, Miller MF, Johnson BJ, Ducharme GA, Rathmann RJ. Influence of dietary roughage level and *Megasphaera elsdenii* on feedlot performance and carcass composition of thin cull beef cows fed for a lean market. *Transl Anim Sci.* 2020;4(1):159–69.
40. DeClerck JC, Wade ZE, Reeves NR, Miller MF, Johnson BJ, Ducharme GA, et al. Influence of *Megasphaera elsdenii* and feeding strategies on feedlot performance, compositional growth, and carcass parameters of early weaned, beef calves. *Transl Anim Sci.* 2020;4(2):863–75.

**ARTIGO: EFFECTS OF *MEGASPHAERA ELSDENII* ADMINISTRATION ON
PERFORMANCE AND CARCASS TRAITS OF FINISHING *BOS TAURUS*
INDICUS FEEDLOT CATTLE¹**

¹Formato para submissão no Translational Animal Science (2021)

**Effects of *Megasphaera elsdenii* administration on performance and carcass traits
of finishing *Bos indicus* feedlot cattle¹**

Ana Laura Lopes,[†] Flávio A. P. Santos,^{‡2} Murillo Meschiatti,[‡] Mario Olímpio de
Oliveira[‡], Juliano J. R. Fernandes,[†] James S. Drouillard,^{||} and Bruno I. Cappellozza^{\$}

[†]Universidade Federal do Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, GO Brazil
74690-900

[‡]Universidade de São Paulo, Departamento de Zootecnia, Piracicaba, SP, Brazil 13418-
900

^{||}Kansas State University, Department of Animal Sciences & Industry, Manhattan, KS,
EUA 66506

^{\$}Nutricorp, Araras, SP, Brazil 13601-000

¹Financial support for this research was provided by MS Biotec (Warmego, KS) and
Nutricorp (Araras, Brazil).

²Corresponding author: fapsantos@usp.br

ABSTRACT. This study evaluated the effects of *Megasphaera elsdenii* administration at the beginning of the feedlot period on performance of *Bos taurus indicus* bulls. On d 0, 383 Nellore bulls (initial shrunk body weight 384 ± 29.2 kg; initial age = 24 ± 2 mo) were assigned to treatments in a randomized complete block design. Treatments consisted of 1) 14 d adaptation diet and transition to a finishing diet (**CONT**), 2) **CONT** plus oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT (*M. elsdenii*) on d 0 of the study (**MEG-14**), 3) **CONT** diet, consisting of 6 d of adaptation diet plus oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT on d 0 of the study (**MEG-6**), and 4) No adaptation diet and oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT on d 0 of the study (**MEG-0**). Experimental period lasted 119 d. No treatment effects were observed for any of the performance parameters evaluated herein ($P \geq 0.15$). Nonetheless, a treatment $\times$ wk interaction was observed for DM, NE_m, and NE_g intakes ($P < 0.0001$). For all these parameters, MEG-0 and MEG-6 had a reduced intake vs. MEG-14 and **CONT** in the first wk of the study ($P \leq 0.05$). For the carcass traits, no effects were observed for HCW ($P \geq 0.24$), whereas MEG-6 had a greater REA when compared with MEG-0 and MEG-14 (quadratic effect; $P = 0.04$) and MEG-administered bulls tended to have a greater BFT vs. **CONT** ($P = 0.08$). In summary, *M. elsdenii* administration at the beginning of the feedlot period did not improve performance, whereas reducing the length of the adaptation period for 6 d improved REA of finishing *Bos taurus indicus* bulls.

Keywords: beef cattle, *Bos taurus indicus*, carcass, feedlot, *Megasphaera elsdenii*, performance

45 **List of Abbreviations: ADF, acid detergent fiber; ADG, average daily gain; BFT,**
46 **backfat thickness; BW, body weight; CP, crude protein; DMI, dry matter intake;**
47 **DP, dressing percent; EG, energy gain; FE, feed efficiency; HCW, hot carcass**
48 **weight; ME, metabolizable energy, MEG, *Megasphaera elsdenii*; NDF, neutral**
49 **detergent fiber; NE_g = net energy for gain; NE_m = net energy for maintenance;**
50 **REA, ribeye area; TDN, total digestible nutrients.**

INTRODUCTION

During the initial feedlot period, nutritional management practices should be employed to ensure an adequate rumen health and animal performance (Brown et al., 2006). Among these practices, multiple step-up diets in which the roughage:concentrate ratio, amount of feed offered, and dietary energy content change over time are often used (Samuelson et al., 2016; Pinto and Millen, 2019). On the ruminal health standpoint, an overconsumption and/or erratic intake behavior of a diet containing high levels of readily fermentable carbohydrates leads to a greater amount of acid production that the rumen epithelium can absorb and ruminal microbes utilize (Owens et al., 1998). In turn, these organic acids will accumulate in the rumen, causing a drastic reduction in rumen pH (Nagaraja and Lechtenberg, 2007) that may negatively impact feedlot performance (Owens et al., 1998). Therefore, it is imperative to evaluate technologies that improve rumen health and reduce the risk of acidosis in the beginning of the feedlot period.

Megasphaera elsdenii (MEG), a gram-negative, lactate-utilizing bacteria seems to be a feasible alternative for maintaining rumen health (Counotte et al., 1981), since under *in vitro* and *in vivo* settings, its inoculation alleviated the decrease in pH when increasing amounts of concentrates were inoculated in the medium or fed to the animals (Kung and Hession, 1995; McDaniel et al., 2009). Nonetheless, most of the published studies in the literature have evaluated MEG inoculation in different step-up diets management (Drouillard et al., 2012; DeClerck et al., 2020a; DeClerck et al., 2020b), whereas no other study evaluated its efficacy on performance of *Bos taurus indicus* animals receiving a high-energy diet throughout the feedlot period, without offering an adaptation diet. Based on this rationale, we hypothesized that MEG inoculation at the beginning of the feedlot period would increase performance and carcass traits of feedlot

animals, even without the offer of an adaptation diet. Therefore, our objective was to evaluate the effect of MEG inoculation at the beginning of the feedlot period on performance and carcass characteristics of *Bos taurus indicus* bulls receiving or not an adaptation diet.

MATERIALS AND METHODS

This experiment was conducted at the experimental feedlot located at the University of São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), located in Piracicaba, São Paulo, Brazil (22°43'31" S, 47°38'51" W, and elevation of 546 m) from May to September 2020. Average temperature within each month from the experimental period (from May to September) was 19, 17, 17, 18, and 20°C, respectively, whereas total rainfall was 43, 41, 25, 26, and 55 mm, respectively. All animals utilized herein were cared for in accordance with acceptable practices and experimental protocols reviewed and approved by the ESALQ/USP Institutional Animal Care and Use Committee (# 6727310720).

Animals, housing, and diets.

From d -7 to -1 of the study, all animals were housed in group-pens with *ad libitum* access to water and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu hay, in order to acclimate animals to the facilities prior to the beginning of the experiment.

On d 0 of the study, 383 Nellore (*Bos taurus indicus*) bulls were ranked by initial shrunk body weight (**BW**; after 16 hours of feed and water restriction; 384 ± 29.2 kg; initial age = 24 ± 2 mo) and randomly assigned to treatments in a randomized complete block design. Within blocks (n = 15), animals were randomly assigned into pens (n = 6 to 8 animals/pen) and pens were randomly assigned to receive 1 of 4

treatments: 1) 14 d adaptation with 2 step-up diets and transition to a high-concentrate finishing diet on d 15 (**CONT**; $n = 15$), 2) CONT plus oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT (*M. elsdenii* NCIMB 41125, 1×10^{10} CFU/animal; MS Biotec, Warmego, KS) on d 0 of the study (**MEG-14**; $n = 15$), 3) Six d of adaptation with 2 step-up diets plus oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT on d 0 of the study (**MEG-6**; $n = 15$), and 4) Finishing diet and oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT on d 0 of the study (**MEG-0**; $n = 15$). The mixing of the MEG with the saline solution and oral administration of Lactipro-NXT was performed individually following manufacturer's recommendations. Regardless of treatment, all animals received the same step-up diets during the adaptation period (if applicable) and the same finishing diet during the experimental period, which lasted 119 d. For CONT and MEG-14, the adaptation diet was offered for 14 d and consisted of 2 step-up diets (7 d each), whereas MEG-6 also had 2 step-up diets in a shorter period of time (6 d). The roughage:concentrate ratio for the adaptation diets was 25:75 and 20:80, respectively, whereas the finishing diet had an 8.5:91.5 ratio. The entire composition and nutritional profile of the diets are reported in Table 1. Corn was processed through a hammer mill (Indústria e Comercial Lucato, Limeira, SP, Brazil) to achieve a mean particle size of 1.93 mm (Table 2), according to procedures described by Yu et al. (1998), using sieves with 6.0, 3.5, 2.0, and 1.25-mm square pores (Produtest T model; Telastem Peneiras para Análises Ltda., São Paulo, SP, Brazil). Diets were formulated using NASEM (2016) to provide an average daily gain (**ADG**) of 1.5 kg during the experimental period.

On d 0, all bulls were individually identified with ear tags, vaccinated against clostridial (Covexin-9; MSD, São Paulo, Brazil) pathogens and dewormed with 1 mL/50 kg BW of an antiparasitic (Evol; Ouro Fino Saúde Animal, Cravinhos, SP,

Brazil). Throughout the experimental period, diets were supplied once daily as a total mixed ration using a feed wagon (Rotormix-40; Casale Equipamentos, São Carlos, SP, Brazil) with an electronic scale (ez3400VL; Digi Star, Fort Atkinson, USA) and offered to ensure *ad libitum* intake and result in 3% orts. Additionally, all animals had full access to water and were maintained into open-sided paved pens with a coverall in the feed bunk (4.0 m of linear feed bunk for pens housing 6 animals and 5.0 m of linear feed bunk for pens housing 8 animals).

Sampling and carcass measurements.

Individual shrunk BW of bulls was collected on d 0 and 119 after 16 h of feed and water withdrawal and used to calculate the BW change (final minus initial BW) and ADG during the experiment. Total dry matter intake (**DMI**) and individual nutrient intake were evaluated daily throughout the experimental period by weighing the feed offered and refused in the following day (approximately 24 h). At the end of the experiment, total BW gain and total DMI were used for feed efficiency (**FE**) calculation, whereas mean BW was used for determination of DMI as a percentage of BW.

Samples of ingredients were collected at the beginning of the experiment and analyzed for nutrient concentration (ESALQ Lab; Piracicaba, SP, Brazil). All samples were analyzed in duplicates by wet chemistry procedures for concentrations of crude protein [**CP**; method 984.13; AOAC (2006)], neutral detergent fiber [**NDF**; Van Soest et al. (1991); modified for use in an Ankom-200 fiber analyzer; Ankom Technology Corp., Fairport, NY), and acid detergent fiber [**ADF**; method 973.18 modified for use in an Ankom-200 fiber analyzer; Ankom Technology Corp.; AOAC (2006)]. Moreover, total digestible nutrient (**TDN**) concentration was calculated according to equations proposed by Weiss et al. (1992).

The observed net energy (**NE**) for each diet was calculated from the performance data using the equation reported by Zinn and Shen (1998) based on pen average values. Energy gain (**EG**) was calculated as $EG = (0.0557 \times BW^{0.75}) \times ADG^{1.097}$ (NRC, 1984), in which EG is daily energy deposited (Mcal/d) and BW is mean shrunk BW. The equation used to calculate maintenance energy expended (**ME_x**; Mcal/d) was metabolizable energy (**ME**) = $0.077 \times BW^{0.75}$ (Lofgreen and Garrett, 1968). From the calculated amounts of energy required for maintenance (**NE_m**) and gain (**NE_g**), the **NE_m** of each diet was obtained by the quadratic equation $NE_m = [-b \pm (b^2 - 4ac)^{1/2}] / 2a$, in which $a = -0.41 \times EM$, $b = 0.877 \times ME_x + 0.41 \times DMI + EG$, and $c = -0.877 \times DMI$ and **NE_g** of each diet was obtained by the equation $NE_g = 0.877 \times NE_m - 0.41$ (Zinn and Shen, 1998). Expected dietary **NE_m** and **NE_g** were predicted using the equations proposed by the NRC (1996; Level 1) with the addition of an ionophore, based on the numeric sum of TDN values (Weiss et al., 1992). The observed **NE_m**:expected **NE_m** and observed **NE_g**:expected **NE_g** were then calculated.

On d 116 of the experimental period, all animals were submitted to ultrasound evaluations (Aloka SSD-500V with a 17.2 cm/3.50 MHz convex probe; Hitachi Healthcare Americas, Twinsburg, OH), performed by the same trained technician (DGT Brasil, Presidente Prudente, SP, Brazil). Evaluations were conducted according to procedures described by the Ultrasound Guidelines Council (UGC, 2014) and measurements of the ribeye area (**REA**), marbling, and backfat thickness (**BFT**) were collected on the *Longissimus thoracis* muscle between the 12th and 13th ribs.

All animals were slaughtered following a waiting period of approximately 16 h, in a commercial packing plant (Frigorífico Angelelli, Piracicaba, SP, Brazil). Hot carcasses were separated into two symmetrical sections, weighed to obtain hot carcass weight (**HCW**), and individually identified. Dressing percent (**DP**) was calculated by dividing

the HCW and final BW of each animal. At the beginning of the study, initial DP of the animals was estimated in 50% and then it was calculated the amount of carcass gained by the animals during the experimental period (d 0 to 119). Lastly, carcass ADG was calculated by dividing the carcass gain and the number of d on feed.

Statistical Analysis.

For all analyses performed herein, pen was considered the experimental unit. All data were analyzed using the PROC MIXED procedure of SAS (Version 9.4; SAS Inst. Inc.; Cary, NC, USA) and the Satterthwaite approximation to determine the denominator df for the test of fixed effects. The model statement used for all performance and carcass data contained the fixed effects of treatment. All data were analyzed using block and pen(treatment) as random variables, whereas animal(pen) was also included in the random statement for BW, ADG, and carcass ultrasound data. With the exception of DMI, orthogonal contrasts were used to partition specific treatment effects: 1) *M. elsdenii* effect: CONT vs. MEG, 2) Linear, and 3) Quadratic effect of d of adaptation. For daily DM, NE_m, and NE_g intakes, values were averaged within each week ($n = 17$ weeks) and analyzed as repeated measures. The specified term for the repeated statement was week, the subject was pen(treatment), and the covariance structure was autoregressive 1, which provided the best fit for these analyses according to the smallest Akaike Information Criterion (AIC).

All results are reported as least square means and separated using the PDIFF structure of SAS (SAS Inst. Inc.). For all the data, significance was set at $P \leq 0.05$ and tendencies were denoted if $P > 0.05$ and $P \leq 0.10$. Moreover, specifically for DM and nutrient intake, results are reported according to the main effects if no interactions were significant or according to the highest-order interaction detected.

RESULTS

Regardless of treatment, no cases of rumen acidosis, laminitis, and/or animal removal due to related ruminal disorders were observed throughout the experimental period.

Intake and Performance.

No treatment effects were observed ($P = 0.89$) on initial BW, demonstrating the similar management animals were reared to prior to the beginning of the experiment (Table 3). Similarly, neither contrast effect was significant for final BW ($P \geq 0.29$), mean DMI ($P \geq 0.15$), ADG ($P \geq 0.24$), FE ($P \geq 0.43$), observed NE_m and NE_g ($P \geq 0.21$), as well as observed:expected NE_m and NE_g ratios ($P \geq 0.61$; Table 3).

Nonetheless, a treatment $\times$ wk interaction was observed for DM, NE_m , and NE_g intakes ($P < 0.0001$; Figure 1A – C). For DMI, MEG-0 had a reduced DMI vs. CONT from wk 1 through 5 ($P < 0.01$), reduced DMI vs. MEG-14 from wk 1 through 4 ($P \leq 0.02$), and reduced DMI vs. MEG-6 in wk 1 only ($P < 0.01$; Figure 1-A). From wk 2 through 5, MEG-6 also had a reduced DMI vs. CONT ($P \leq 0.03$) and vs. MEG-14 on wk 2 and 3 of the study ($P \leq 0.0001$; Figure 1-A). Lastly, MEG-14 had a reduced DMI vs. CONT on wk 4 and 5 of the experimental period ($P \leq 0.05$), whereas no further treatment differences were observed from wk 6 through 17 of the study ($P \geq 0.12$; Figure 1-A).

Similarly, NE_m intake was reduced for MEG-0 and MEG-6 vs. CONT from wk 2 through 5 ($P \leq 0.05$), but also reduced for MEG-14 vs. CONT in the 4th and 5th wk of the study ($P \leq 0.02$; Figure 1B), with no further treatment differences through the remainder of the study ($P \geq 0.11$). For NE_g , intake was reduced in MEG-0 vs. CONT from wk 2 to 5 ($P < 0.01$), reduced for MEG-6 vs. CONT from wk 3 to 5 ($P \leq 0.05$),

and also reduced for MEG-14 vs. CONT on wk 4 and 5 of the study ($P \leq 0.02$; Figure 1-C).

Carcass traits and ultrasound measurements.

No contrast effects were observed for HCW ($P \geq 0.24$), DP ($P \geq 0.44$), carcass ADG ($P \geq 0.25$; Table 4).

Regarding ultrasound measurements, MEG-6 had a greater REA when compared with MEG-0 and MEG-14 (quadratic effect; $P = 0.04$), whereas no CONT vs. MEG ($P = 0.87$) or linear effects of decreasing adaptation length ($P = 0.23$) were detected for this parameter (Table 4). Additionally, MEG administered bulls tended to have a greater BFT vs. CONT cohorts at the end of the experimental period ($P = 0.08$; Table 4) and no differences were observed for marbling ($P \geq 0.15$; Table 4).

DISCUSSION

The primary goal of the present study was to evaluate whether administration of *M. elsdenii* at the beginning of the feedlot period would improve performance and carcass characteristics of *Bos taurus indicus* bulls offered a high-concentrate diet. *Megasphaera elsdenii* is a gram-negative bacterium that consumes a major fraction of lactic acid produced in the rumen (Counotte et al., 1981) and, therefore, reduces the occurrence of rumen acidosis (Kung and Hession, 1995). The utilization of a commercial patented strain (Lactipro NXT; *M. elsdenii* NCIMB 41125) has demonstrated positive results in controlling acidosis under *in vitro* (Horn et al., 2009; McDaniel et al., 2009) and *in vivo* (Drouillard et al., 2012; DeClerck et al., 2020a; DeClerck et al., 2020b; DeClerck et al., 2020c) experimental settings.

An interesting observation from the present experiment was that clinical ruminal acidosis was not observed in any of the animals enrolled to the study. This is not surprising for CONT and MEG-14, given that animals received a 14-d adaptation period and this is in agreement with the current feedlot management practices in Brazil (16.2 d; Pinto and Millen, 2019). Conversely, the lack of ruminal disorders in MEG-0 and MEG-6 supports the efficacy of MEG in alleviating the occurrence of digestive disorders in beef cattle offered a high-concentrate diet without a step-up adaptation period (Kettunen et al., 2008; Horn et al., 2009; McDaniel et al., 2009; DeClerck et al., 2020b). DeClerck et al. (2020c) also did not report any case of clinical acidosis in beef calves abruptly transitioned from a grower to a finishing diet over a short period of time, supporting the efficacy and success of ruminal colonization after exogenous MEG drench. Removing the adaptation diet from the feedlot might benefit the entire operation, given the elevated cost per unit of energy and that the use of forage and consequent the space required to store this bulky material will consequently decrease (Buttrey et al., 2012; Schneider et al., 2017). Moreover, a rapid adaptation to a calorically dense diet might stimulate a higher growth of the superior epithelial surface area and, consequently, improve the production and absorption of volatile fatty acids, such as propionate and butyrate (Muya et al., 2015; DeClerck et al., 2020a), resulting in a better rumen energetic efficiency. Therefore, it can be speculated that a greater energy intake in the beginning of the feedlot period might increase performance (Richeson et al., 2019), but health issues (i.e., bovine respiratory disease complex) might also be more recurrent in this period (Lofgreen et al., 1975). Nonetheless, no cases of respiratory diseases were observed in the present study.

It was hypothesized that MEG administration would improve performance of the animals throughout the feedlot phase, but no benefits were observed herein. In

agreement with our data, DeClerck et al. (2020b) also did not observe improvements in performance of cull beef cows receiving MEG and transitioned to a high-energy finishing diet for a 35-d period. Similar results were observed when MEG administration was evaluated in beef cows receiving a low- and high-roughage diet (10 and 25% diet DM, respectively) for 42 d (DeClerck et al., 2020a). Conversely, the same group of researchers reported improvements in performance over a 72-d period of newly-weaned beef calves receiving MEG and offered a high-concentrate diet containing 22.7 and 38.7% starch from steam-flaked corn during the growing and finishing diets, respectively (DeClerck et al., 2020c). In the present study, animals were offered high-starch diets containing 31.2 to 42.9% starch from ground *flint* corn for 119 (MEG-0), 112 (MEG-6), and 105 (MEG-14 and CONT) d, which is a significantly longer feeding period than the aforementioned studies and others reported in the literature. Therefore, it is likely to speculate that the amount of starch available in the rumen might impact the efficacy of MEG on performance of beef animals and its benefits might be greater in processed grains, such as steam-flaking, high-moisture, and/or rehydrated corn.

The lack of statistical significance on mean DMI for animals dosed with MEG corroborate with other studies in beef (Drouillard et al., 2012; DeClerck et al., 2020a; DeClerck et al., 2020b; DeClerck et al., 2020c) and dairy cattle (Aikman et al., 2011; Henning et al., 2012). Evaluating a subacute ruminal acidosis (**SARA**) model, Mazon et al. (2020) demonstrated that MEG administration 4 d prior to the challenge reduced the time-period and area at which rumen pH remained below 5.8 and 5.6, as well as improved DMI and milk production of mid-lactation dairy animals. Conversely, no effects were observed when MEG was inoculated 1 d prior to the SARA challenge, indicating that in high-risk SARA animals, MEG should be administered at least 4 d

prior to the challenge in order to improve DMI and production. These authors also reported that DMI was greater for MEG-administered animals 1 d following the SARA challenge, but only when MEG was inoculated 4 d prior to the challenge (Mazon et al., 2020).

The observed treatment $\times$ wk interactions observed for DMI, NE_m , and NE_g (Figures 1-A to 1-C) might preclude the occurrence of digestive disorders, such as rumen acidosis, laminitis, and hepatic abscesses (Owens et al., 1998). However, as aforementioned, no cases of digestive disorders were observed during the present experiment. Nonetheless, SARA might have occurred in the first wk of the study, which could explain the reduced nutrient intakes observed herein (Nagaraja et al., 2007). As ruminal pH was not measured herein, this warrants additional research efforts regarding the effects of MEG inoculation without an adaptation diet on rumen pH changes, rumen metabolism and microorganism profile, as well as occurrence of SARA in beef animals offered a high-concentrate diet (Ogunade et al., 2019).

In an extensive review, Brown and colleagues (2006) reported that cattle performance, as well as rumen health and function, might be impaired when animals are adapted to a high-concentrate diet in less than 14 d. Therefore, several strategies that could be used during the adaptation period were reported by these authors, including progressive changes in the roughage:concentrate ratio, a better control of the energy content on step-up diets, and gradual increases in feed offer and intake on a BW basis during this period (Brown et al., 2006). In U.S. feedlots, multiple step-up diets are often offered to beef animals during the adaptation period (Samuelson et al., 2016), with the initial diet containing approximately 40.7% forage and transitioning to the finishing diets over a 24-d period. In a similar fashion, Brazilian nutritionists also prefer the multiple step-up programs over 16.2 d with the initial diet containing 45.1% forage

(Pinto and Millen, 2019). Therefore, current withdrawal of the adaptation diet is not encouraged by feedlot consultants/nutritionists, whereas technologies that address this matter are warranted in order to demonstrate potential benefits in performance and/or health.

Inoculation of MEG in animals assigned to reduced number of step-up diets during the adaptation period (3 vs. 5 diets) resulted in a maintenance of live feedlot performance (final BW, ADG, and feed conversion rate) and DMI over a 95-d period, whereas carcass ADG and HCW were positively impacted by MEG orally-drenched to cattle (Drouillard et al., 2012). Subsequently, DeClerck et al. (2020c) demonstrated that MEG inoculation in beef calves abruptly transitioned to a finishing diet improved ADG and FE when compared to cohorts fed a growing diet during the initial feedlot period. To the best of our knowledge, no other research trial evaluated the effects of MEG in feedlot animals without any type of adaptation/transition diet management protocol. In the present experiment, a treatment $\times$ wk interaction was observed for DM, NE_m , and NE_g intake (Figures 1A – 1C). In fact, removing (MEG-0) and/or reducing (MEG-6) the adaptation period reduced nutrient intake for the first 5 wk of the study, which, in turn did not compromise overall feedlot performance and health. This reduction could be attributed to the additional organic acid production potential that the finishing diet provided compared with the adaptation diet (NASEM, 2016). As aforementioned, to the best of our knowledge, Mazon et al. (2020) is the only study that reported daily DMI following MEG oral drench, but for a short period of time (7 to 10 d).

The lack of treatment effects on carcass traits agrees with previous studies where MEG was inoculated at the beginning of the feedlot period (DeClerck et al., 2020c). In fact, DeClerck et al. (2020c) suggested that offering a higher-energy dense diet since the

beginning of the feedlot period could result in heavier carcasses at slaughter, which was not observed herein and concurs with the aforementioned feedlot performance data.

In ultrasound measurements, we observed a greater REA in MEG-6 vs. MEG-0 and MEG-14 bulls, a tendency for a greater BFT in MEG vs. CONT cohorts, but no treatment effects were observed for marbling scores (Table 3). In a recent published experiment, DeClerck et al. (2020c) reported greater marbling scores, but numerically lower REA in MEG orally-drenched early-weaned beef animals. A possible explanation for this tendency in BFT might be related to an increased acetate production in MEG-administered animals, safeguarding the fibrolytic microflora against acidotic pH levels, even though the bacteria itself might be proliferating propionate (DeClerck et al., 2020c). Muya et al. (2015) also observed a greater butyrate production in MEG-administered animals that positively impacted rumen morphometrics parameters and, in turn, might result in a greater acetate concentration as well, as this is a common volatile fatty acid conversion path in the rumen (Bergman et al., 1965; Bergman and Wolff, 1971; Sutton et al., 2003). Therefore, the intrinsic diet and the resulting pH specific to a study may impact acetate production that, in turn, would favor BFT deposition in feedlot animals receiving MEG.

Based on previous experiments, it was speculated that marbling scores would be greater in animals offered MEG and receiving a high-energy diet (DeClerck et al., 2020c), likely by the greater starch utilization in the rumen and an elevated flux of glucose arising from this fermentation and thus, entering the adipocytes for differentiation and utilization (Gilbert et al., 2003; Johnson and Chung, 2007; Smith and Johnson, 2016). Conversely, MEG inoculation at the beginning of the feedlot period did not improve marbling scores at the end of the study (Table 4). Nonetheless, it is important to mention that marbling is not solely dependent on starch content of the diet

and its intake, given that breed, BW at slaughter, plasma triglyceride, and plasma circulating fatty acids (FA) also control adipocyte differentiation and lipid synthesis in intramuscular tissue (Hocquette et al., 2010; Choi et al., 2015; Smith and Johnson, 2016).

In fact, in a traditional feedlot production setting, subcutaneous depots are stored and formed prior to intramuscular fat depots (i.e., marbling; Vernon, 1981; Sainz and Hasting, 2000; Oliveira et al., 2011) and, therefore, it can be speculated that intramuscular fat depot differentiation would still occur in non-castrated *Bos taurus indicus* animals as they would achieve mature BW (Valadares Filho et al., 2016). Likewise, Costa et al. (2020) reported similar marbling scores in non-castrated *Bos taurus indicus* animals slaughtered at similar BW and offered high-concentrate diets with similar ether extract contents as used herein. This lack of marbling might change when starch is offered to beef cattle early in life, resulting in epigenetic effects (Reis et al., 2015) that will improve marbling scores later in life (Scheffler et al., 2014). Therefore, more research efforts are warranted to understand how age of the animals might impact MEG efficacy in promoting marbling at the end of the finishing period.

In summary, removing or shortening the adaptation diet in MEG-treated *Bos taurus indicus* bulls resulted in similar performance and carcass traits as untreated cohorts, while a reduction in DMI was observed in the first 5 weeks of the study. Nonetheless, REA was greater for MEG-6 and BFT tended to be positively impacted when animals were dosed with MEG. Therefore, MEG administration at the beginning of the feedlot might be used as a feasible alternative to remove the adaptation diet of the feedlot production setting, while maintaining the desirable performance and carcass characteristics in *Bos taurus indicus* finishing animals.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflicts of interest.

REFERENCES

- Aikman, P. C., P. H. Henning, D. J. Humphries, and C. H. Horn. 2011. Rumen pH and fermentation characteristics in dairy cows supplemented with *Megasphaera elsdenii* NCIMB 41125 in early lactation. J. Dairy Sci. 94:2840-2849. doi: 10.3168/jds.2010-3783
- AOAC. 2006. Official methods of analysis. 18th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Bergman, E. N., R. S. Reid, M. S. Murray, J. M. Brockway, and F. G. Whitelaw. 1965. Interconversions and production of volatile fatty acids in the sheep rumen. Biochem. J. 97:53-58. doi: 10.1042/bj0970053
- Bergman, E. N., and J. E. Wolff. 1971. Metabolism of volatile fatty acids by liver and portal-drained viscera in sheep. Am. J. Physiol. 221:586-592. doi: 10.1152/ajplegacy.1971.221.2.586
- Brown, M. S., C. H. Ponce, and R. Pulikanti. 2006. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. J. Anim. Sci. 84(E. Suppl.):E25-E33. doi: 10.2527/2006.8413_supple25x
- Buttrey, E. K., M. K. Luebke, R. G. Bondurant, and J. C. MacDonald. 2012. Grain adaptation of yearling steers to steam-flaked corn-based diets using a complete starter feed. Prof. Anim. Sci. 28:482-488. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30389-2
- Choi, M. S., Y. J. Kim, E. Y. Kwon, J. Y. Ryoo, S. R. Kim, and U. J. Jung. 2015. High-fat diets decreases energy expenditure and expression of genes controlling lipid metabolism, mitochondrial function and skeletal system development in the

adipose tissue, along with increased expression of extracellular matrix remodelling- and inflammation-related genes. Br. J. Nutr. 113:867-877. doi: 10.1017/S0007114515000100

Costa, C., R. Rizzieri, G. Melo, L. Müller, D. Estevan, R. Pacheco, D. Millen, A. Pereira, M. Zanatta, B. Cappellozza, R. Cervieri, C. Martins, and M. Arrigoni. 2020. Effects of fatty acid profile of supplements on intake, performance, carcass traits, meat characteristics, and meat sensorial analysis of feedlot Bos indicus bulls offered a high-concentrate diet. Transl. Anim. Sci. 4:1-20. doi: 10.1093/tas/txaa142

Counotte, G. H., R. A. Prins, R. H. Janssen, and M. J. de Bie. 1981. Role of *Megasphaera elsdenii* in the fermentation of DL-[2-¹³C]lactate in the rumen of dairy cattle. Appl. Environ. Microbiol. 42:649-655. doi: 0099-2240/81/100649-07\$02.00/0

DeClerck, J. C., N. R. Reeves, M. F. Miller, B. J. Johnson, G. A. Ducharme, and R. J. Rathmann. 2020a. Influence of dietary roughage level and *Megasphaera elsdenii* on feedlot performance and carcass composition of thin cull beef cows fed for a lean market. Transl. Anim. Sci. 4:159-169. doi: 10.1093/tas/txz180

DeClerck, J. C., N. R. Reeves, M. F. Miller, B. J. Johnson, G. A. Ducharme, and R. J. Rathmann. 2020b. The influence of *Megasphaera elsdenii* on rumen morphometrics of cull cows immediately stepped up to a high-energy finishing diet. Transl. Anim. Sci. 4:194-205. doi: 10.1093/tas/txz185

DeClerck, J. C., Z. E. Wade, N. R. Reeves, M. F. Miller, B. J. Johnson, G. A. Ducharme, and R. J. Rathmann. 2020c. Influence of *Megasphaera elsdenii* and feeding strategies on feedlot performance, compositional growth, and carcass

parameters of early weaned, beef calves. Transl. Anim. Sci. 4:1-13. doi:
10.1093/tas/txaa031

Drouillard, J. S., P. H. Henning, H. H. Meissner, and K.-J. Leeuw. 2012. *Megasphaera
elsdenii* on the performance of steers adapting to a high-concentrate diet, using
three or five transition diets. S. Afr. J. Anim. Sci. 42:195-199.
doi:10.4314/sajas.v42i2.13

Henning, P. H., L. J. Erasmus, H. H. Meissner, and C. H. Horn. 2011. The effect of
dosing *Megasphaera elsdenii* NCIMB 41125 (*Me*) on lactation performance of
multiparous Holstein cows. S. Afr. J. Anim. Sci. 41:156-160.

Hocquette, J. F., F. Gondret, E. Baeza, F. Medale, C. Jurie, and D. W. Pethick. 2010.
Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and
nutritional control, and identification of putative markers. Animal. 4:303-319.
doi:10.1017/S1751731109991091

Horn, C. H., A. Kistner, and G. Fouche. 2009. Selective enrichment, isolation and
characterization of fast growing acid-tolerant and ionophores-resistant lactate
utilizers from rumen contents of animals on high-energy diets. In: Chilliard, Y., F.
Glasser, Y. Faulconnier, F. Bocquier, I. Veissier, and M. Doreau, editors.
Ruminant physiology: Digestion, metabolism and effects of nutrition on
reproduction and welfare. Wageningen Academic Publishers; p. 216-217.

Johnson, B. J., and K. Y. Chung. 2007. Alterations in the physiology of growth of cattle
with growth-enhancing compounds. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.
23:321-32. doi: 10.1016/j.cvfa.2007.05.003

Kettunen, A., P. H. Henning, C. H. Horn, S. Alaja, and J. Apajalahti. 2008. Capability
of *Megasphaera elsdenii* strain NCIMB 41125 and other probiotics to prevent
accumulation of lactic acid in a rumen model. INRA-RRI Symp., Abstract.

469 Kung Jr., L., and A. O. Hession. 1995. Preventing *in vitro* lactate accumulation in
 470 ruminal fermentations by inoculation with *Megasphaera elsdenii*. J. Anim. Sci.
 471 73:250-256. doi: 10.2527/1995.731250x
 472 Lofgreen, G. P., J. R. Dunbar, D. G. Addis, and J. G. Clark. 1975. Energy level in
 473 starting rations for calves subjected to marketing and shipping stress. J. Anim. Sci.
 474 41:1256-1265. doi: 10.2527/jas1975.4151256x
 475 Mazon, G., M. R. Campler, C. Holcomb, J. M. Bewley, J. H. C. Costa. 2020. Effects of
 476 a *Megasphaera elsdenii* oral drench on reticulorumen pH dynamics in lactating
 477 dairy cows under subacute ruminal acidosis challenge. Anim. Feed Sci. Technol.
 478 261:114404. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114404.
 479 McDaniel, M. R., J. M. Heidenreich, J. J. Higgins, J. S. Drouillard, P. H. Henning, and
 480 C. H. Horn. 2009. Investigation of the effects of a viable strain of *Megasphaera*
 481 *elsdenii* NCIMB 41125 on ruminal pH and ruminal concentrations of organic
 482 acids following a carbohydrate challenge [M.S. thesis] of M.R. McDaniel.
 483 Manhattan (KS): Kansas State University.
 484 Muya, M. C., F. V. Nherera, K. A. Miller, C. C. Aperce, P. M. Moshidi, and L. J.
 485 Erasmus. 2015. Effect of *Megasphaera elsdenii* NCIMB 41125 dosing on rumen
 486 development, volatile fatty acid production and blood β -hydroxybutyrate in
 487 neonatal dairy calves. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl). 99:913-918.
 488 doi:10.1111/jpn.12306
 489 Nagaraja, T. G., and K. F. Lechtenberg. 2007. Acidosis in feedlot cattle. Vet. Clin.
 490 North Am. Food Anim. Pract. 23:333-350. doi: 10.1016/j.cvfa.2007.04.002
 491 NASEM. 2016. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Nutrient
 492 requirements of beef cattle model. 8th rev. ed., Washington, DC: National
 493 Academic Press.

494 NRC. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press,
 495 Washington, DC.

496 Ogunade, I., A. Pech-Cervantes, and H. Schweickart. 2019. Metatranscriptomic
 497 Analysis of Sub-Acute Ruminal Acidosis in Beef Cattle. *Animals* 9:232. doi:
 498 10.3390/ani9050232

499 Oliveira, I. M., P. V. R. Paulino, M. I. Marcondes, S. C. Valadares Filho, E. Detmann, J.
 500 Cavali, M. S. Dutra, and R. Mezzomo. 2011. Pattern of tissue deposition, gain and
 501 body composition of Nellore, F₁ Simmental × Nellore and F₁ Angus × Nellore
 502 steers fed at maintenance or *ad libitum* with two levels of concentrate in the diet.
 503 R. Bras. Zootec. 40:2886-2893. doi: 10.1590/S1516-35982011001200036

504 Owens, F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill, and D. R. Gill. 1998. Acidosis in cattle: A
 505 review. *J. Anim. Sci.* 76:275-286. doi: 10.2527/1998.761275x

506 Pinto, A. C. J., and D. D. Millen. 2019. Nutritional recommendations and management
 507 practices adopted by feedlot cattle nutritionists: The 2016 Brazilian survey. *Can.*
 508 *J. Anim. Sci.* 99:392-407. doi: 10.1139/cjas-2018-0031

509 Reis, M. M., R. F. Cooke, B. I. Cappelozza, R. S. Marques, T. A. Guarnieri Filho, M.
 510 C. Rodrigues, J. S. Bradley, C. J. Mueller, D. H. Keisler, S. E. Johnson, and D. W.
 511 Bohnert. 2015. Creep-feeding to stimulate metabolic imprinting in nursing beef
 512 heifers: impacts on heifer growth, reproductive and physiological variables.
 513 *Animal* 9:1500-1508. doi: 10.1017/S1751731115000828

514 Richeson, J. T., K. L. Samuelson, and D. J. Tomczak. 2019. Energy and roughage levels
 515 in cattle receiving diets and impacts on health, performance, and immune
 516 responses. *J. Anim. Sci.* 97:3596-3604. doi: 10.1093/jas/skz159

Sainz, R. D., and E. Hasting. 2000. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. In: McNamara, J.P., France, J., Beever, D.E. (Eds.). *Modelling nutrient utilization in farm animals*. New York: CAB International. pp.175-182.

Samuelson, K. L., M. E. Hubbert, M. L. Galyean, and C. A. Löest. 2016. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico State and Texas Tech University survey. *J. Anim. Sci.* 94:2648-2663. doi: 10.2527/jas2016-0282

Scheffler, J. M., M. A. McCann, S. P. Greiner, H. Jiang, M. D. Hanigan, G. A. Bridges, S. L. Lake, and D. E. Gerrard. 2014. Early metabolic imprinting events increase marbling scores in fed cattle. *J. Anim. Sci.* 92:320-324. doi: 10.2527/jas.2012-6209.

Schneider, C. J., B. L. Nuttelman, A. L. Schrek, D. B. Burken, W. A. Griffin, J. L. Gramkow, R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, and G. E. Erickson. 2017. Use of a complete starter feed in grain adaptation programs for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 95:3639-3653. doi: 10.2527/jas2016.1115

Smith, S. B., and B. J. Johnson. 2016. Marbling: management of cattle to maximize the deposition of intramuscular adipose tissue. *J. Anim. Sci.* 94(Suppl. 5):382. doi: 10.2527/jam2016-0794.

Sutton, J. D., M. S. Dhanoa, S. V. Morant, J. France, D. J. Napper, and E. Schuller. 2003. Rates of production of acetate, propionate, and butyrate in the rumen of lactating dairy cows given normal and low-roughage diets. *J. Dairy Sci.* 86:3620-3633. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73968-X

UGC. Ultrasound Guidelines Council. 2014. Field technician study guide. [accessed December 20, 2020]. Available at http://www.ultrasoundbeef.com/uploads/Study_Guide_Chapters_-_2012.zip.

542 Valadares Filho, S.C., L. F. Costa e Silva, S. A. Lopes, L. F. Prados, M. L. Chizzotti, P.
543 A. S. Machado, L. Z. Bissaro, and T. Furtado. 2016. BR-Corte 3.0. Cálculo de
544 exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de
545 zebuínos puros e cruzados. Viçosa, MG: UFV, Suprema Gráfica Ltda., 142 pp.

546 Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber,
547 neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal
548 nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

549 Vernon, R. G. 1981. Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminants. In: *Lipid*
550 *metabolism in ruminant animals*, pp. 279-362 (Ed. W.W. Christie). Oxford:
551 Permagon Press.

552 Weiss, W. P., H. R. Conrad, and N. R. St. Pierre. 1992. A theoretically-based model for
553 predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Anim. Feed*
554 *Sci. Technol.* 39:95-110. doi:10.1016/0377-8401(92)90034-4

555 Yu, P., J. T. Huber, F. A. Santos, J. M. Simas, and C. B. Theurer. 1998. Effects of
556 ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating
557 cows. *J. Dairy Sci.* 81:777-783. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75634-6

558 Zinn, R. A., and Y. Shen. 1998. An evaluation of ruminally degradable intake protein
559 and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *J. Anim. Sci.*
560 76:1280-1289. doi: 10.2527/1998.7651280x

561

562 **Table 1.** Composition and nutritional profile of the diets offered during the
 563 experimental period^{1,2}

<i>Item, % dry matter (DM)</i>	<i>ADAP-1</i>	<i>ADAP-2</i>	<i>FIN</i>
Sugarcane bagasse	25.0	20.0	8.5
Ground corn	37.8	42.8	54.3
Corn gluten feed	20.0	20.0	20.0
Whole cottonseed	15.0	15.0	15.0
Urea	0.2	0.2	0.2
Mineral-vitamin mix ³	2.0	2.0	2.0
<i>Nutritional Profile</i>			
DM	69.1	72.5	81.8
Crude protein, % DM	13.0	13.2	13.8
Ether extract, % DM	5.3	5.4	5.8
Neutral detergent fiber, % DM	36.8	33.5	25.9
Starch	31.2	34.7	42.9
Total Digestible Nutrients, % DM ⁴	74.5	76.7	81.5
Metabolizable Energy, Mcal/kg ⁵	2.69	2.77	2.94
Net energy for maintenance, Mcal/kg ⁵	1.79	1.86	2.03

Net energy for gain, Mcal/kg ⁵	1.15	1.21	1.36
---	------	------	------

¹Experimental period lasted 119 d.

²**ADAP-1:** adaptation diet (step-up 1) offered for 7 d to CONT and MEG-14 and for 3 d to MEG-6;
ADAP-2: adaptation diet (step-up 2) offered for 7 d to CONT and MEG-14 and for 3 d to MEG-6. **FIN:**
finishing diet offered for all animals following or not an adaptation diet.

³Mineral-vitamin mix (MCassab Comércio e Indústria; São Paulo, SP, Brazil) contained 21.0% Ca, 2.0% Mg, 15.0% Na, 23.1% Cl, 750 ppm Cu, 2,000 ppm Mn, 3,000 ppm Zn, 16.7 ppm Co, 30 ppm I, 5 ppm Se, 115 IU Vitamin A, 14 IU Vitamin D3, 180 IU Vitamin E, and 1,500 ppm sodium monensin (Rumensin; Elanco Animal Health, São Paulo, SP, Brazil).

⁴Calculated according to Weiss et al. (1992) and chemical composition of ingredients.

⁵Estimated with the equations proposed by NRC (1996; Level 1) with the addition of ionophore (sodium monensin) and using the TDN values, which had been calculated with equation proposed by Weiss et al. (1992).

577 **Table 2.** Corn grain particle size distribution

Pores in the sieve	% of total
> 6.0 mm	0.67
≤ 6.0 and > 3.5 mm	5.31
≤ 3.5 and > 2.0 mm	26.67
≤ 2.0 and > 1.25 mm	48.06
≤ 1.25 mm	19.30
Mean particle size of corn, mm ¹	1.93

578 ¹Corn retained on the 6 mm screen was determined in 20 randomly particles using a digital caliper. The
579 residue retained in the bottom was assumed to have a mean particle size of 0.625 mm. Based on Yu et al.
580 (1998).

581 **Table 3.** Performance of *Bos taurus indicus* bulls administered or not *Megasphaera elsdenii* (Lactipro-NXT; 1×10^{10} CFU/animal; MS Biotec,
582 Warmego, KS) and offered an adaptation diet for 14, 6, or 0 d¹

<i>Item</i>	<i>Treatments</i>				<i>SEM</i>	<i>P</i> = ²		
	<i>CONT</i>	<i>MEG-14</i>	<i>MEG-6</i>	<i>MEG-0</i>		<i>CONT vs. MEG</i>	<i>L</i>	<i>Q</i>
Initial BW, kg	386.6	386.7	386.6	386.6	7.66	0.89	0.81	0.80
Final BW, kg	572.1	570.7	572.9	566.4	8.26	0.59	0.36	0.29
Average daily gain, kg/d	1.59	1.58	1.60	1.54	0.26	0.59	0.24	0.26
Dry matter intake, kg	10.85	10.74	10.73	10.42	0.219	0.22	0.15	0.42
Feed efficiency, g/kg	147	147	149	148	2.7	0.43	0.68	0.52
Net energy for maintenance, Mcal/kg								
Observed ³	1.90	1.90	1.92	1.93	0.020	0.34	0.21	0.62
Expected ⁴	2.02	2.02	2.03	2.04	--	--	--	--
Observed:Expected ratio ⁵	0.94	0.94	0.95	0.95	0.001	0.61	0.61	0.62
Net energy for gain, Mcal/kg								
Observed ³	1.25	1.26	1.28	1.28	0.018	0.34	0.21	0.62
Expected ⁴	1.36	1.36	1.37	1.38	--	--	--	--

Observed:Expected ratio ⁵	0.92	0.92	0.93	0.93	0.013	0.66	0.62	0.62
--------------------------------------	------	------	------	------	-------	------	------	------

583 ¹Experimental period lasted 119 d. **CONT:** 14 d adaptation with 2 step-up diets and transition to a high-concentrate finishing diet on d 15 (*n* = 15), **MEG-14:** CONT plus oral
584 administration of 20 mL of Lactipro-NXT (*M. elsdenii* NCIMB 41125, 1×10^{10} CFU/animal; MS Biotec, Warmego, KS) on d 0 of the study (*n* = 15), **MEG-6:** Six d of
585 adaptation with 2 step-up diets plus oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT on d 0 of the study (*n* = 15), and **MEG-0:** Finishing diet and oral administration of 20 mL
586 of Lactipro-NXT on d 0 of the study (*n* = 15).

587 ²Contrast analysis: 1) *Megasphaera elsdenii* effect = CONT vs. MEG, 2) Linear effect of d of adaptation = L, and 3). Quadratic effect of d of adaptation = Q.

588 ³Calculated using the equation proposed by Zinn and Shen (1998), where estimates of cattle performance were pen averages.

589 ⁴Calculated using observed NE values based on equation of Zinn and Shen (1998).

590 ⁵Estimated with the equations proposed by NRC (1996; Level 1) with the addition of ionophore (sodium monensin) and using the TDN values, which had been calculated

591 with equation proposed by Weiss et al. (1992).

592

593 **Table 4.** Carcass and ultrasound data of *Bos taurus indicus* bulls administered or not *Megasphaera elsdenii* (Lactipro-NXT; 1×10^{10} CFU/animal;
594 MS Biotec, Warmego, KS) and offered an adaptation diet for 14, 6, or 0 d^{1,2}

Item	Treatments				SEM	P = ³		
	CONT	MEG-14	MEG-6	MEG-0		CONT vs. MEG	L	Q
Carcass traits								
Hot carcass weight, kg	324.7	324.3	324.2	321.0	5.17	0.51	0.24	0.51
Dressing percent, %	56.6	56.8	56.7	56.6	0.25	0.61	0.44	0.98
Carcass average daily gain, kg	1.10	1.10	1.10	1.07	0.018	0.49	0.25	0.49
Ultrasound measurements								
Ribeye area, cm ²	86.3	86.4	87.8	85.0	0.97	0.87	0.23	0.04
Backfat thickness, mm	5.41	5.62	5.71	5.66	0.131	0.08	0.83	0.63
Marbling, %	2.98	2.90	2.89	3.06	0.085	0.74	0.15	0.35

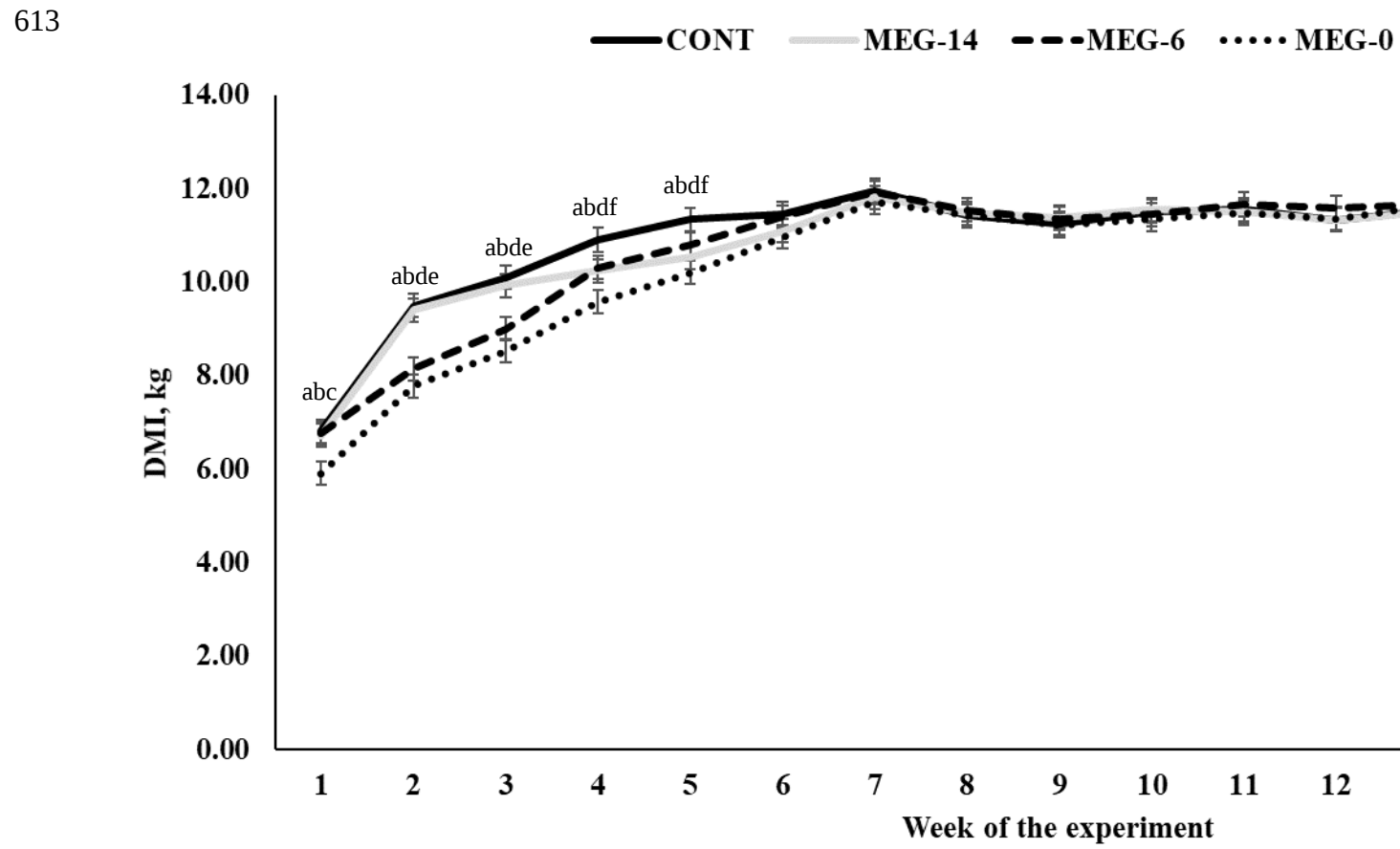
595 ¹Experimental period lasted 119 d. **CONT:** 14 d adaptation with 2 step-up diets and transition to a high-concentrate finishing diet on d 15 (*n* = 15), **MEG-14:** CONT plus oral
596 administration of 20 mL of Lactipro-NXT (*M. elsdenii* NCIMB 41125, 1×10^{10} CFU/animal; MS Biotec, Warmego, KS) on d 0 of the study (*n* = 15), **MEG-6:** Six d of
597 adaptation with 2 step-up diets plus oral administration of 20 mL of Lactipro-NXT on day 0 of the study (*n* = 15), and **MEG-0:** Finishing diet and oral administration of 20
598 mL of Lactipro-NXT on d 0 of the study (*n* = 15).

599 ²Ultrasound measurements were performed on d 116 of the study.

600 ³Contrast analysis: 1) *Megasphaera elsdenii* effect = CONT vs. MEG, 2) Linear effect of d of adaptation = L, and 3). Quadratic effect of d of adaptation = Q.

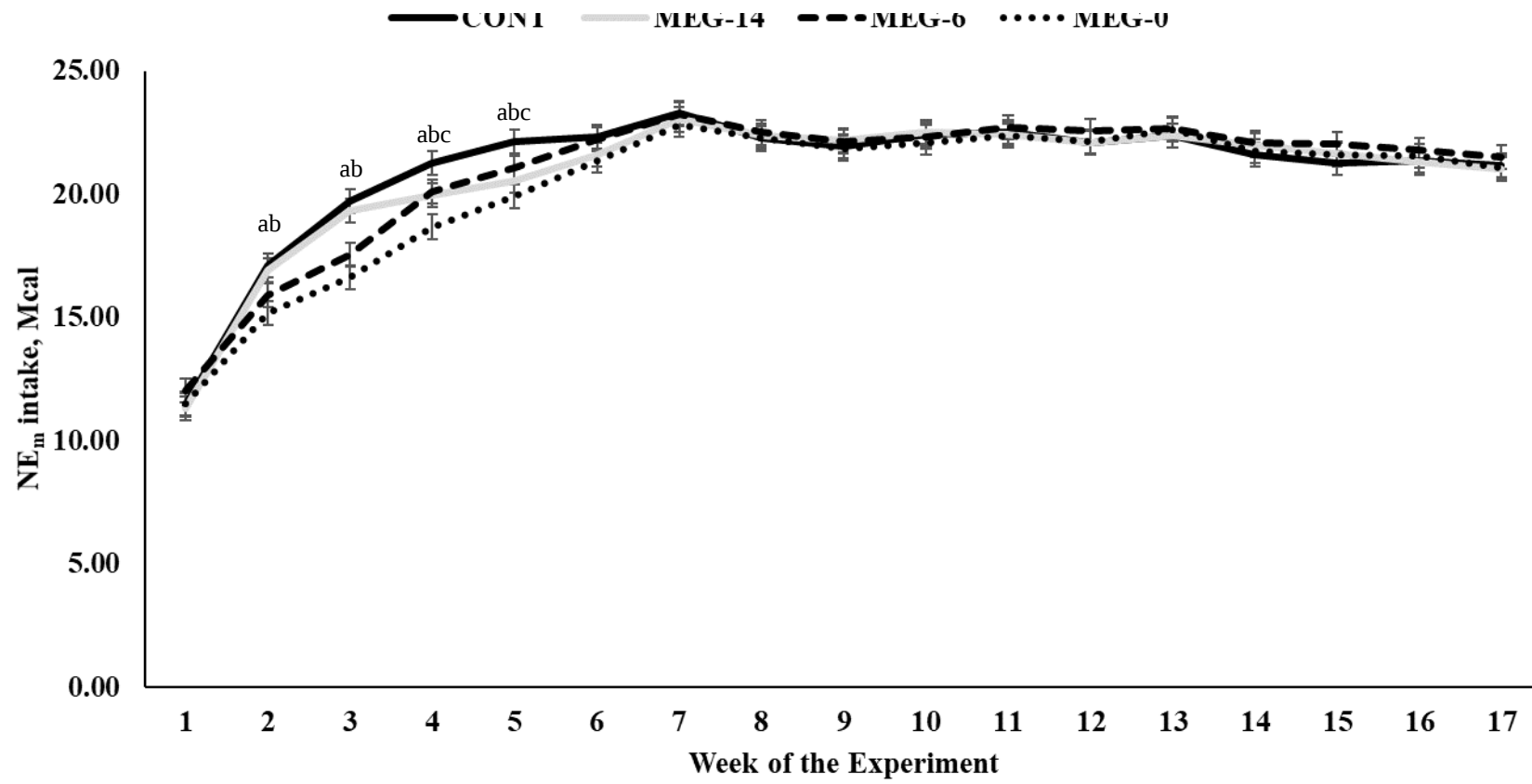
601 **Figure 1.** Dry matter (**DM**; A), net energy for maintenance (**NE_m**; B), and net energy
 602 for gain (**NE_g**; C) intake of *Bos taurus indicus* bulls administering or not *Megasphaera*
 603 *elsdenii* (Lactipro-NXT; 1×10^{10} CFU/mL; MS Biotec, Warmego, KS) and offered an
 604 adaptation diet for 14, 6, or 0 d. A treatment $\times$ week interaction was observed for all
 605 nutrient intakes ($P < 0.0001$). **Figure 1-A (DM intake):** a = CONT vs. MEG-0 ($P >$
 606 0.01); b = MEG-14 vs. MEG-0 ($P \leq 0.02$); c = MEG-6 vs. MEG-0 ($P < 0.01$); d =
 607 CONT vs. MEG-6 ($P \leq 0.03$); e = MEG-14 vs. MEG-6 ($P \leq 0.001$); f = CONT vs.
 608 MEG-14 ($P \leq 0.05$); SEM = 0.49. **Figure 1-B (NE_m intake):** a = CONT vs. MEG-6 (P
 609 ≤ 0.05); b = CONT vs. MEG-0 ($P \leq 0.0001$); c = CONT vs. MEG-14 ($P \leq 0.02$); SEM =
 610 0.49. **Figure 1-C (NE_g intake):** a = CONT vs. MEG-0 ($P < 0.01$); b = CONT vs. MEG-
 611 6 ($P \leq 0.05$); c = CONT vs. MEG-14 ($P \leq 0.02$); SEM = 0.32.

612 **Figure 1-A**



614 **Figure 1-B**

615



616 **Figure 1-C**

617

618

